

PAT-NO: JP404163510A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04163510 A  
TITLE: OBJECT LENS FOR OPTICAL DISK  
PUBW-DATE: June 9, 1992

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
TANAKA, MIYUKI  
ARAI, NORIKAEU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
KONICA CORP

COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP02288542  
APPL-DATE: October 29, 1990

INT-CL (IPC): G02B013/18, G02B013/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To realize an object lens with numerical aperture about 0.6-0.8 for an optical disk by an aspherical single lens having high optical performance without using an aspherical term of higher order by using a single lens which is aspherical at least on one side of the light source and the optical disk side and satisfying specific conditions.

CONSTITUTION: In constitution of an object lens, the lens is a single lens which is aspherical at least on one side of the light source and the optical disk side, and the conditions of formulae I-III are satisfied. In the formulae I-III,  $r_{SB>1</SB>}$  is a radius of curvature of the lens surface on the light source side at the position of a vertex,  $r_{SB>2</SB>}$  is a radius of curvature of the lens on the optical disk side at the position of a vertex,  $(n)$  is an index of refraction of the lens at a used wavelength,  $d$  is a thickness of the single lens at its center, and  $f$  is a total length of the single lens. Accordingly, an object lens with numerical aperture about 0.6-0.8 for an optical disk is realized by an aspherical single lens with practically sufficient optical performance without using an aspherical term of higher order.

Best Available Copy

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-163510

(43)Date of publication of application : 09.06.1992

(51)Int.Cl.

G02B 13/18  
G02B 13/00

(21)Application number : 02-288542

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 29.10.1990

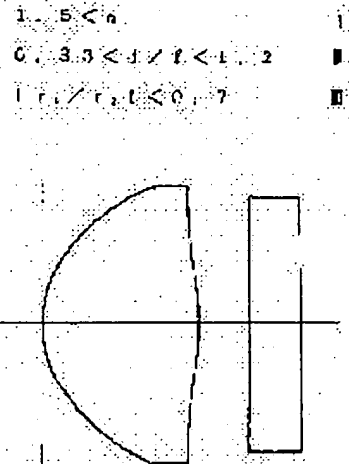
(72)Inventor : TANAKA MIYUKI  
ARAI NORIKAZU

### (54) OBJECT LENS FOR OPTICAL DISK

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To realize an object lens with numerical aperture about 0.6-0.8 for an optical disk by an aspherical single lens having high optical performance without using an aspherical term of higher order by using a single lens which is aspherical at least on one side of the light source and the optical disk side and satisfying specific conditions.

CONSTITUTION: In constitution of an object lens, the lens is a single lens which is aspherical at least on one side of the light source and the optical disk side, and the conditions of formulae I-III are satisfied. In the formulae I-III,  $r_1$  is a radius of curvature of the lens surface on the light source side at the position of a vertex,  $r_2$  is a radius of curvature of the lens on the optical disk side at the position of a vertex,  $(n)$  is an index of refraction of the lens at a used wavelength,  $d$  is a thickness of the single lens at its center, and  $f$  is a total length of the single lens. Accordingly, an object lens with numerical aperture about 0.6-0.8 for an optical disk is realized by an aspherical single lens with practically sufficient optical performance without using an aspherical term of higher order.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-163510

⑬ Int. Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)6月9日

G 02 B 13/18  
13/00

8106-2K  
8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 光ディスク用対物レンズ

⑯ 特 願 平2-288542

⑰ 出 願 平2(1990)10月29日

⑱ 発 明 者 田 中 幸 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内  
⑲ 発 明 者 荒 井 則 一 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内  
⑳ 出 願 人 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号  
㉑ 代 理 人 弁理士 佐藤 文男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

光ディスク用対物レンズ

2. 特許請求の範囲

光照射及び光ディスク面の少なくとも一方が非球面形状を有する単レンズであって、以下の条件を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ

$$1.5 < n$$

$$0.83 < d/f < 1.2$$

$$|r_1/r_2| < 0.7$$

但し、 $r_1$ ：光源側レンズ面の頂点における曲率半径

$r_2$ ：光ディスク側レンズ面の頂点における曲率半径

$n$ ：使用波長におけるレンズの屈折率

$d$ ：単レンズの厚

$f$ ：単レンズの焦点距離

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光学的情報記録再生装置に好適な対物レンズに関する。

(従来の技術)

光源光として半導体レーザー（通常波長780nm程度）を使用する場合、光情報記録媒体の再生光学系に用いられる対物レンズは、開口数（NA）がコンパクトディスクでは0.45～0.47、ビデオディスクでは0.5～0.53で回折限界性能を有する必要がある。一方、記録用光学系やDRAW用光学系、光磁気記録光学系ではNA0.5～0.6が必要とされている。

しかし、光情報記録媒体上に記録する情報量をさらに上げるためには、①、光源光の波長を短くする、あるいは、②、レンズの開口数を大きくすることにより高密度化を図らなければならない。

単レンズで構成されている光ディスク用対物レンズのうち開口数が比較的大きいものとして、例えば、特開昭61-200518号公報に記載されているものがあるが、NA0.6程度である。要求される光学的性能を維持しつつ、開口数を0.

らより大きくするためには、レンズ構成枚数は2枚以上が必要であった。

(この発明が解決しようとする問題点)

この発明は、開口数が0.8~0.8程度の光ディスク用対物レンズを、高次の非球面項を使わずに、高い光学性能をもつ非球面単レンズで実現しようとするものである。

(問題を解決するための手段)

この発明においては、対物レンズの構成を、光端面及び光ディスク側の少なくとも一方が非球面形状を有する単レンズとし、以下の条件を満足するものとしている。

$$1. \bar{n} < n \quad (1)$$

$$0.83 < d/f < 1.2 \quad (2)$$

$$|r_1/r_2| < 0.7 \quad (3)$$

但し、 $r_1$ ：光端面レンズ側の頂点における曲率半径

$r_2$ ：光ディスク側レンズ側の頂点における曲率半径

$n$ ：使用波長におけるレンズの屈折率

・記号球面が光端面へ変位している場合を正とする。

また、

$$0.5 < r_1/f < 0.9 \quad (5)$$

とすることが望ましい。

(作用)

条件(1)は、レンズの屈折率に関し、この条件を満たさないと、短波長の光源光に対して必要とされる性能を保ったまま、開口数を大きくすることが不可能になる。

条件(2)はレンズの芯厚に関し、上限を超えるとレンズの芯厚が増し、大型化してしまう。また、作動距離(WD)を大きくとることが困難になる。下限を満たさないと、小型化には有利であるが、メリジオナル像面湾曲がアンダー方向に強く発生してしまい、光軸がずれて光束の集束点が光軸上を外れて像面を持ってしまったとき、球面収差の劣化が著しくなる。

条件(3)は、主に球面収差を良好に補正するためのものである。この条件を外れると高次の球

$d$ ：単レンズの芯厚

$f$ ：単レンズの焦点距離

非球面の形状はさまざまな表現方法があるが、回転2次曲面の項に光軸からの高さの偶数べき級数で表される補正項を加えて表現する方法が最も一般的である。この表現法においては、面の頂点を原点とし、光軸方向をX軸とした直交座標系において、 $k$ を円錐定数、 $A_i$ を非球面係数、 $P_i$ を非球面のべき数とすると、非球面形状は

$$x = \frac{h^2/r}{1 \pm \sqrt{1 - (1+k)h^2/r^2}} + \sum_{i=4}^{\infty} A_i h^{2i}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

で表される。この表現方法において、高次の項を使用しないように、 $P_i$ としてはせいぜい8までに止める。そして

$$-0.6 < \Delta_2/f < 0.9 \quad (4)$$

但し、

$\Delta_2$ ：像側の面の有効径最周辺(最大NAの光線が入射する位置)における非球面と頂点曲率半径 $r_2$ を有する基準球面との光軸方向の差で、光軸から遠ざかるほど前

面収差が発生し、収差バランスをとっても球面収差曲線が大きく進行した形になり、波面収差が悪くなる。これらの高次の球面収差を補正するためには、高次の非球面項を使わなければならない。加工上望ましくない。

特に、短波長の光源光に対して大きな開口数を得るためには、

$$0.4 < |r_1/r_2| < 0.56$$

を満たすことが最善である。この範囲外では、球面収差を補正しても、メリジオナル像面湾曲が補正しきれなくなる。短波長の光源光を用いる場合には悪くなるが、通常の半導体レーザーの波長(780nm程度)の光源光に対しては、この範囲において0.7以上の開口数を確保することができる。

条件(4)は、像側の非球面変位量に関し、上限を超えると、球面収差が補正過剰となり、逆に、下限値を下回ると、球面収差が補正不足となる。

条件(5)は、光端面の面の頂点における曲率半径に関する。球面収差は、非球面によって補正

可能であるが、正収差が悪化しないように決める必要がある。上限を超えると、正収差がオーバーとなり、逆に、下限を下回ると、正収差がアンダーとなる。

#### (実施例)

以下この発明の対物レンズの実施例を示す。

表中、 $f$ は単レンズの焦点距離、 $\lambda$ は光源の波長、 $m$ は単レンズの副像倍率、 $r_1$ は光源側レンズ面の頂点における曲率半径、 $r_2$ は光ディスク側レンズ面の頂点における曲率半径、 $n$ はレンズの屈折率、 $d$ は単レンズの芯厚、 $v_d$ は単レンズの $d$ 径に対するアップ係数を表す。

また、非球面形状は前述の式により表現するものとし、 $\kappa$ は円柱定数、 $A_i$ は非球面係数、 $P_i$ は非球面である。

尚、対物レンズを1、対物レンズと結像点の間に配置された光ディスクの保護層に対応する平行平面板をCと表示する。

実施例1は、 $\lambda = 532 \text{ nm}$ の光源光に対して、NA0.7である。波面収差の最小2乗平均値

(RMS値)が0.07 $\lambda$ (マレシャルの許容値)以内となる最大像高は0.085mm程度であり、開口数が大きく光収差が短いにもかかわらず十分に広い視野を有する。

実施例2は、 $\lambda = 532 \text{ nm}$ の光源光に対して、NA0.8である。波面収差のRMS値が0.07 $\lambda$ 以内となる最大像高は0.086mm程度である。

実施例3は、 $\lambda = 532 \text{ nm}$ の光源光に対して、NA0.6である。また、材料として温度特性の比較的良好なプラスチックを使っている。波面収差のRMS値が0.07 $\lambda$ 以内となる最大像高は0.075mmである。

実施例4は、 $\lambda = 780 \text{ nm}$ の光源光に対して、NA0.7である。波面収差のRMS値が0.07 $\lambda$ 以内となる最大像高は0.083mmである。

実施例5は、 $\lambda = 780 \text{ nm}$ の光源光に対して、NA0.65である。波面収差のRMS値が0.07 $\lambda$ 以内となる最大像高は0.1mm以上である。

さらに、アップ係数が大きく色分散が小さい材料を使えば、光磁気ディスクのように書き込みと消去の度に波長が変わる場合にも使用可能な、色収差を低く抑えた開口数の大きい対物レンズが可能である。実施例6は、このような場合の一例である。この実施例では、波長780nmと760nmおよび800nmについて軸上の色収差が、 $\pm 0.002 \text{ mm}$ 程度であり、軸上の色収差/波長差 $\pm 0.0001 \text{ mm/nm}$ を達成している。波面収差のRMS値が0.07 $\lambda$ 以内となる最大像高は0.1mm以上であり、十分に広い視野を有する。

#### 実施例1

$f = 3.89 \text{ mm}$	$\lambda = 532 \text{ nm}$	$m = 0$	NA 0.70
	$r_1$	$d$	$n$
1 } L	2.520	0.60	1.52141
2 } C	-5.327	1.20	
3 } C	$\infty$	1.20	1.51900
4 } C	$\infty$		

#### 非球面係数・べき数

##### 第1面

$\kappa = -1.28392$	
$A_1 = 6.23360 \times 10^{-3}$	$P_1 = 4.0000$
$A_2 = 9.97906 \times 10^{-6}$	$P_2 = 6.0000$
$A_3 = 8.05098 \times 10^{-9}$	$P_3 = 8.0000$
$A_4 = 6.68022 \times 10^{-11}$	$P_4 = 10.0000$

##### 第2面

$\kappa = -2.34275 \times 10$	
$A_1 = 5.10385 \times 10^{-3}$	$P_1 = 4.0000$
$A_2 = -4.97446 \times 10^{-6}$	$P_2 = 6.0000$
$A_3 = 9.48216 \times 10^{-9}$	$P_3 = 8.0000$
$A_4 = 1.33818 \times 10^{-11}$	$P_4 = 10.0000$

$$d/f = 0.925 \quad |r_1/r_2| = 0.473$$

$$\Delta_1 = -0.1933 \quad r_1/f = 0.648$$

#### 実施例2

$f = 3.89 \text{ mm}$	$\lambda = 532 \text{ nm}$	$m = 0$	NA 0.80
	$r_1$	$d$	$n$
1 } L	2.518	0.60	1.52141

特開平4-163510(4)

2	L	-5.335	1.20		
3	C	$\infty$	1.20	1.51906	64.1
4		$\infty$			

非球面係数・べき数

第1面

$$\kappa = -1.31084$$

$$A_1 = 6.42833 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0000$$

$$A_2 = 9.65323 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0000$$

$$A_3 = 2.17873 \times 10^{-3} \quad P_3 = 8.0000$$

$$A_4 = 1.26328 \times 10^{-3} \quad P_4 = 10.0000$$

第2面

$$\kappa = -2.51481 \times 10$$

$$A_1 = 4.44446 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0000$$

$$A_2 = -3.67271 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0000$$

$$A_3 = 1.00481 \times 10^{-3} \quad P_3 = 8.0000$$

$$A_4 = 7.86137 \times 10^{-3} \quad P_4 = 10.0000$$

$$d/f = 0.25 \quad |r_1/r_2| = 0.472$$

$$\Delta_1 = -0.5806 \quad r_1/f = 0.647$$

$$d/f = 0.861 \quad |r_1/r_2| = 0.500$$

$$\Delta_2 = -0.2504 \quad r_1/f = 0.641$$

実施例4

$$f = 3.60 \text{ mm} \quad \lambda = 780 \text{ nm} \quad m = 0 \quad \text{NA } 0.76$$

	r	d	n	v <sub>d</sub>
1 } L	2.575	3.12	1.60910	35.3
2 }	-9.471	1.20		
3 } C	$\infty$	1.20	1.51072	64.1
4 }	$\infty$			

非球面係数・べき数

第1面

$$\kappa = -1.29744$$

$$A_1 = 6.28096 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0000$$

$$A_2 = 1.05771 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0000$$

$$A_3 = 9.39405 \times 10^{-3} \quad P_3 = 8.0000$$

$$A_4 = 6.50502 \times 10^{-3} \quad P_4 = 10.0000$$

第2面

$$\kappa = -6.72012 \times 13$$

$$A_1 = 4.86720 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0000$$

実施例5

$$f = 3.60 \text{ mm} \quad \lambda = 532 \text{ nm} \quad m = 0 \quad \text{NA } 0.60$$

	r	d	n	v <sub>d</sub>
1 } L	2.397	3.10	1.50249	56.4
2 }	-4.616	1.19		
3 } C	$\infty$	1.20	1.51906	64.1
4 }	$\infty$			

非球面係数・べき数

第1面

$$\kappa = -7.88450 \times 10^{-3}$$

$$A_1 = 2.88830 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0000$$

$$A_2 = -9.06480 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0000$$

$$A_3 = 1.37820 \times 10^{-3} \quad P_3 = 8.0000$$

$$A_4 = -3.11170 \times 10^{-3} \quad P_4 = 10.0000$$

第2面

$$\kappa = -2.44450 \times 10$$

$$A_1 = -1.48380 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0000$$

$$A_2 = -1.18330 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0000$$

$$A_3 = 1.05520 \times 10^{-3} \quad P_3 = 8.0000$$

$$A_4 = 6.78200 \times 10^{-3} \quad P_4 = 10.0000$$

$$A_2 = -4.89958 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0000$$

$$A_3 = 9.97738 \times 10^{-3} \quad P_3 = 8.0000$$

$$A_4 = 1.36357 \times 10^{-3} \quad P_4 = 10.0000$$

$$d/f = 0.846 \quad |r_1/r_2| = 0.272$$

$$\Delta_2 = -0.1185 \quad r_1/f = 0.698$$

実施例5

$$f = 3.84 \text{ mm} \quad \lambda = 780 \text{ nm} \quad m = 0 \quad \text{NA } 0.65$$

	r	d	n	v <sub>d</sub>
1 } L	3.072	3.90	1.60810	36.3
2 }	-5.086	1.20		
3 } C	$\infty$	1.20	1.51072	64.1
4 }	$\infty$			

非球面係数・べき数

第1面

$$\kappa = -2.83817 \times 10^{-3}$$

$$A_1 = -1.41538 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0000$$

$$A_2 = -2.73623 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0000$$

$$A_3 = 1.05674 \times 10^{-3} \quad P_3 = 8.0000$$

$$A_1 = -5.78751 \times 10^{-3} \quad P_1 = 10.0000$$

第2面

$$A_2 = -2.05642 \times 10^{-3}$$

$$A_3 = -4.17364 \times 10^{-3} \quad P_3 = 4.0000$$

$$A_4 = -4.64061 \times 10^{-3} \quad P_4 = 6.0000$$

$$A_5 = 7.52342 \times 10^{-3} \quad P_5 = 8.0000$$

$$A_6 = -2.76912 \times 10^{-3} \quad P_6 = 10.0000$$

$$d/f = 1.016 \quad |r_1/r_2| = 0.604$$

$$\Delta_1 = -0.0031 \quad r_1/f = 0.600$$

実施例6

$$f = 3.80 \text{ mm} \quad \lambda = 780 \text{ nm} \quad m = 0 \quad NA = 0.70$$

	r	d	n	$\nu_d$
1 } L	2.451	3.60	1.51314	64.5
2 }	-4.792	1.15		
3 } C	$\infty$	1.20	1.57470	30.0
4 }	$\infty$			

非球面係数・バネ数

第1面

とが可能となった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の対物レンズの平行平面板を含む断面図、第2～7図は、それぞれ、第1～6実施例の収差曲線図、第8～13図は、それぞれ波面収差のRMS値の像高特性図である。

特許出願人 コニカ株式会社  
出願人代理人 弁理士 佐藤文男  
(他2名)

$$A_1 = -1.27020$$

$$A_2 = 6.59776 \times 10^{-3} \quad P_2 = 4.0000$$

$$A_3 = 1.27463 \times 10^{-3} \quad P_3 = 6.0000$$

$$A_4 = 2.71143 \times 10^{-3} \quad P_4 = 8.0000$$

$$A_5 = 1.01747 \times 10^{-3} \quad P_5 = 10.0000$$

第2面

$$A_1 = -2.33124 \times 10^{-3}$$

$$A_2 = 4.86178 \times 10^{-3} \quad P_2 = 4.0000$$

$$A_3 = -4.82678 \times 10^{-3} \quad P_3 = 6.0000$$

$$A_4 = 1.21528 \times 10^{-3} \quad P_4 = 8.0000$$

$$A_5 = 1.49282 \times 10^{-3} \quad P_5 = 10.0000$$

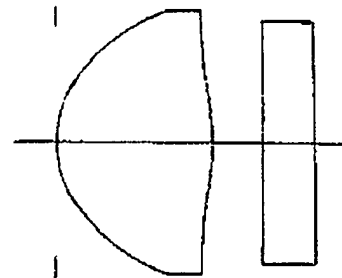
$$d/f = 0.947 \quad |r_1/r_2| = 0.511$$

$$\Delta_1 = -0.2300 \quad r_1/f = 0.645$$

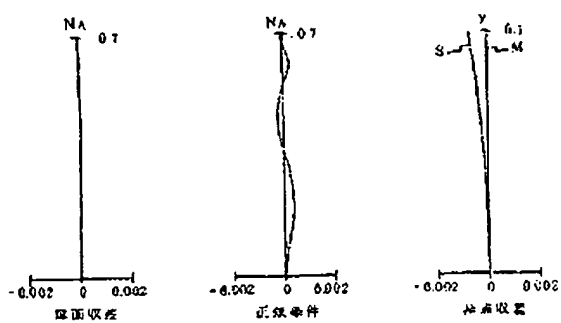
(発明の効果)

この発明により、各実施例及び収差図に見るように、波長の短い光線光に対してのものも含め、開口数が0.6～0.8程度の光ディスク用対物レンズを、高次の非球面項を使わずに、実用上十分な光学性能をもつ非球面単レンズで実現するこ

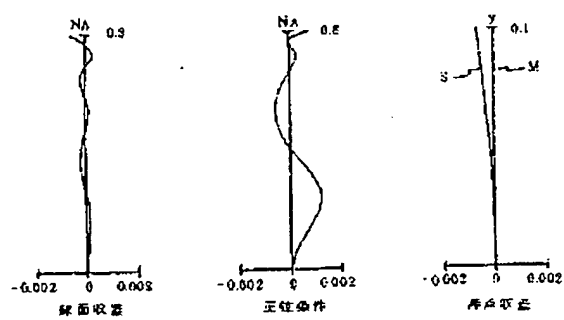
図 1 図



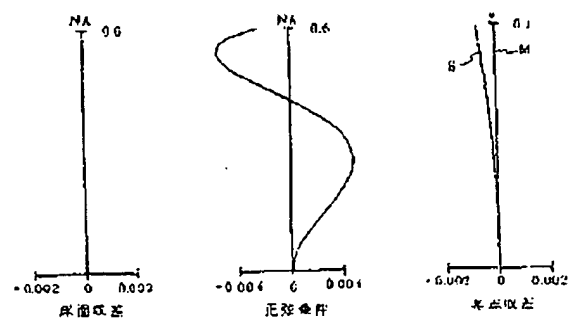
第 2 圖



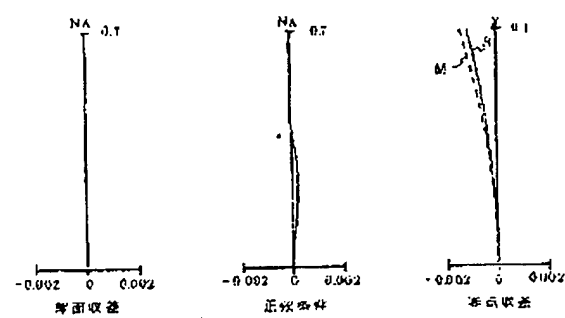
第 3 圖



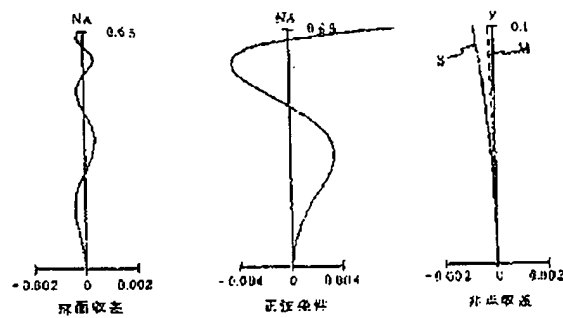
第 4 圖



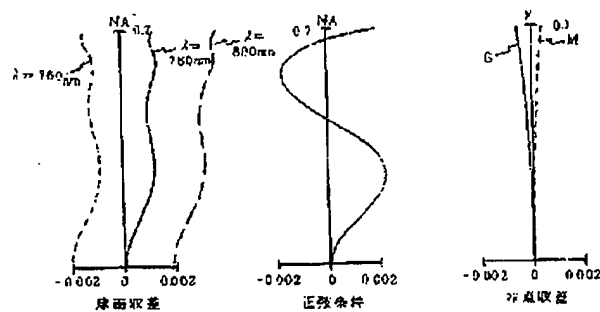
第 5 圖



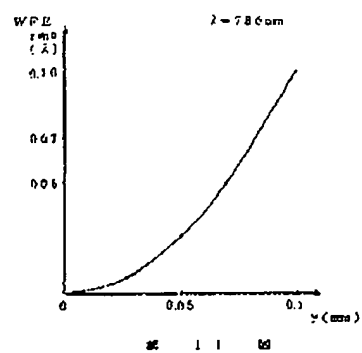
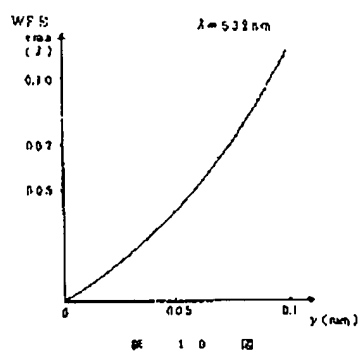
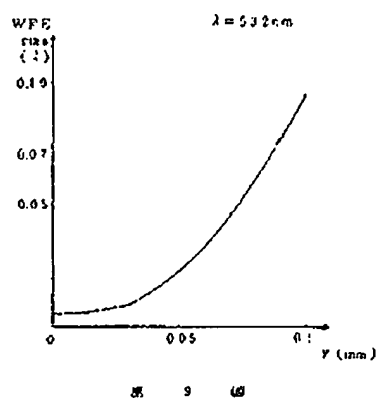
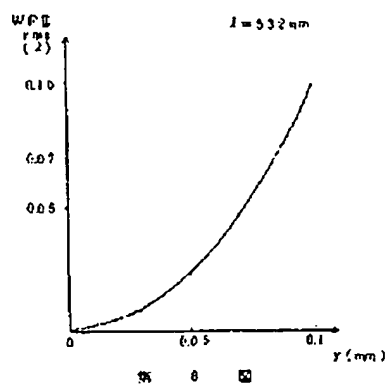
第 6 圖

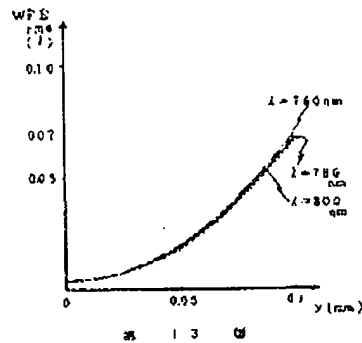
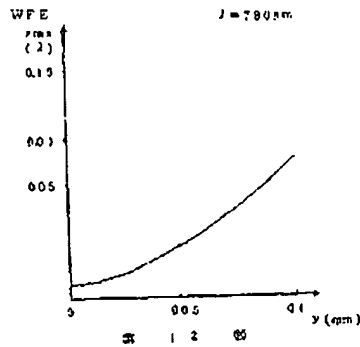


第 7 圖









手続補正書 (自費)

平成 2 年 11 月 30 日

特許庁長官 植松 敏 殿

1. 事件の表示

平成 2 年特許願第 2 8 8 5 4 2 号

2. 発明の名称

光ディスク用対物レンズ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 番 2 号

名 称 (127) コニカ株式会社

代表者 米 山 高 朝

4. 代 理 人

住 所 東京都港区西新橋 1 丁目 18 番 14 号 F105

小里会館 502 電 03(580)5561

氏 名 (8460) 井 澤 士 佐 藤 文 男

5. 補正により増減する請求項の数 なし

6. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄

7. 補正の内容

1) 明細書第 4 頁第 10 行ないし第 12 行「 $x = \dots$ 」で表される。」を以下のように補正する。

$$x = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \epsilon)h^2/r^2}} + \sum_{i=1}^{\infty} A_i h^i$$

で表される。

但し

$x$ : 非球面の頂点を原点とし、光軸に沿って物  
体側から像側に向かう座標

$h$ : 非球面の頂点を原点とし、光軸に垂直な座  
標

$r$ : 非球面の近軸曲率半径

を示す。」

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**